E/CONF.39/D/159
6 Nov.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : D.4 México

SUSTITUCION DE LOS PROCEDIMIENTOS PRIMITIVOS EN LA ELABORACION DE MAIZ NIXTAMALIZADO, ARTICULO DE CONSUMO BASICO EN LA POBLACION MEXICANA

Por Guillermo SALORIO,
Jorge GARCIA ARROYO,
y Mario VELARDE,
Ingenieros,
Departamento de Investigaciones Industriales
del Banco de México, S.A.

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Veánse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

SUSTITUCION DE LOS PROCEDIMIENTOS PRIMITIVOS EN LA ELABORACION DE MAIZ NIXTAMALIZADO, ARTICULO DE CONSUMO BASICO EN LA POBLACION MEXICANA.

Por Guillermo Salorio, Jorge García Arroyo
y Mario Velarde.

I. DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS PRIMITIVOS.

1.- Los pueblos americanos han dedicado la mayor parte de sus tierras al cultivo del maíz y aún más, en la actualidad, su cultivo, en numerosos países europeos, asiáticos y africanos, es de gran importancia. Actualmente en todo el mundo se destinan poco más o menos 110 000 000 de hectáreas al cultivo del maíz y se obtienen alrededor de 220 000 000 de toneladas de este grano.

2.- El cultivo de maíz en México, es la principal actividad agrícola de su pueblo; se le siembra y cosecha en todas las altitudes y latitudes del país, desde los climas más cálidos hasta los más fríos. Casi podría decirse que, en cualquier lugar de la República donde haya un poco de tierra, se siembra y nace este grano.

3.- La demanda de maíz en México ha crecido, en los últimos años, más rápidamente que el aumento de su población, lo cual ha provocado en ocasiones deficiencia en el abastecimiento nacional. En las últimas décadas se han incorporado nuevas tierras a este cultivo y se han estudiado las mejores técnicas aplicables para obtener mayores rendimientos.

4.- Con el fin de apreciar el incremento en la producción y consumo del maíz en México, basta decir que en el año de 1930 se destinaron al cultivo de este grano 3 075 000 hectáreas, que rindieron - - - 1 377 000 toneladas. Para el año de 1960 se cultivaron 5 550 000 hectáreas y se alcanzó una producción de 5 200 000 toneladas de maíz. Se elevó el rendimiento del cultivo de maíz en los últimos 30 años, de 450 a 937 kilogramos por hectárea; el consumo per cápita se incrementó en el mismo lapso, en un 70%.

5.- Desde tiempos anteriores a la dominación española, y por razones de carácter tradicional, son bastante numerosas las formas como se consume el grano por la población mexicana. Las formas rudimentarias de elaboración doméstica de alimentos como elotes cocidos, maíz tostado en grano, pinole, pozole, tamales, atole, tortillas, etc., aún encuentran una gran aceptación sobre todo en nuestro medio rural. Asimismo, a partir de maíz, mediante procedimientos industriales, se elaboran féculas, almidones, glucosa, aceite, mieles, alimentos para aves y ganado, etc.

6.- Poco más del 50% del maíz destinado al consumo directo de la población mexicana, se emplea actualmente en la elaboración de tortillas, las cuales tienen un amplio arraigo en costumbres alimenticias. Dada la gran importancia de este típico alimento, este trabajo tiene como finalidad esbozar el desarrollo tecnológico logrado en México, para transformar los procedimientos rudimentarios y primitivos en un proceso industrial.

7.- La elaboración de tortillas, requiere el maíz precocido con agua de cal, al cual se le da el nombre de nixtamal o maíz nixtamalizado. Este producto se obtiene mediante maceración del grano de maíz con agua de cal caliente, dejándolo reposar durante algunas horas. A su vez, el nixtamal o maíz nixtamalizado, se somete a molienda para reducirlo a masa tersa y fácil de moldear con la cual se manufacturan las tortillas.

8.- La elaboración rudimentaria y primitiva del nixtamal, la correspondiente masa y las tortillas, representan en la historia de nuestro pueblo, una verdadera carga familiar y un esfuerzo físico desmedido de la mujer mexicana. Por costumbre la nixtamalización debe efectuarse de noche o en las primeras horas de la madrugada, para disponer de la masa necesaria y elaborar con ésta las tortillas, alimento indispensable en las tres habituales comidas del día.

9.- Desde tiempos que se remontan más allá del descubrimiento de América, nuestros antepasados venían observando esta práctica totalmente manual; desgrane de las mazorcas, cocción del maíz con agua de cal, en recipientes de barro calentados por leña, molienda en metates de piedra, modelado de la masa para convertirla en discos delgados mediante palmeteo y finalmente colocación en una plancha de barro o comal caliente, para su cocimiento por ambos lados. El nixtamal debe prepararse cada día en cantidades suficientes para proporcionar la ración necesaria de tortillas para todos los miembros de la familia, ya que no es posible almacenarlo ni siquiera de un día para otro, en virtud de que fácilmente sufre descomposiciones.

10.- No es exagerado decir que la preparación de las tortillas necesarías para la alimentación de una familia, representa, con esta práctica primitiva, el trabajo de una mujer durante seis u ocho horas diarias.

11.- Este procedimiento durante siglos no fué modificado en modo alguno, sino hasta el establecimiento de los primeros molinos de nixtamal mecanizados y sólo en los principales centros urbanos del país. Estos molinos se dedicaron en un principio, tan sólo a la molienda del nixtamal que cada parroquiano llevaba para su maquila.

12.- En algunas zonas urbanas, donde sus habitantes no eran eminentemente productores de maíz, se instalaron molinos dedicados a preparar ellos mismos el nixtamal y expender la masa como producto final de su actividad. En esta forma, paulatinamente se libró a algunas amas de casa, principalmente en los centros urbanos, de la tediosa y pesada labor que es la preparación y molienda del nixtamal.

13.- El procedimiento para la preparación de la masa en los molinos de nixtamal tradicionales, sigue los mismos lineamientos de la técnica primitiva usada por nuestros antepasados, sólo que a mayor capacidad y haciendo uso de la mecanización en la molienda. Estos molinos requieren generalmente de dos personas encargadas de dosificar el maíz, cal y agua caliente para efectuar la maceración, así como de -

alimentar y operar el molino. Estas operaciones no se efectúan en condiciones óptimas de higiene, ya que constantemente hay manipulación del nixtamal y de la masa por parte de los operarios.

II. DISEÑO DE LA INVESTIGACION TECNOLOGICA.

14.- La idea de desarrollar un procedimiento adecuado para producir harina de maíz nixtamalizado, la que adicionada con una cierta cantidad de agua produjera una masa apropiada para hacer tortillas, ha sido motivo de muy diversos estudios e investigaciones en nuestro país, ya que el consumo de maíz en forma de tortillas (más del 50% del consumo total), habla por sí solo de la importancia y magnitud del problema.

15.- Los propósitos fundamentales que interesaron a diversos técnicos e industriales, a desarrollar estudios, experiencias y pruebas, con el fin de encontrar el medio tecnológico adecuado para resolver el problema, se apoyaron primordialmente en los tres objetivos siguientes:

i) Liberar a la mujer mexicana del esfuerzo físico que requiere la labor diaria de preparar nixtamal y masa necesaria para la elaboración de tortillas.

ii) Obtener un producto estable, que permitiera al usuario emplearlo en el momento deseado, con la sola condición de adicionarle la cantidad de agua necesaria.

iii) Contribuir al mejoramiento de la salud, proporcionando a los consumidores un artículo higiénico, de excelente calidad y al menor costo posible.

16.- Se tiene conocimiento, que desde principios del presente siglo, se ha intentado en México, por muy diversos medios, la producción de harina de maíz nixtamalizado, propia para hacer tortillas, Sin embargo, en virtud de lo empírico de las investigaciones y la falta de estudios minuciosos sobre los principales factores que tienen influencia en cada una de las operaciones del proceso, los resultados no fueron satisfactorios y el producto obtenido no reunía las características físicas adecuadas para hacer tortillas con la debida elasticidad, apariencia y sabor. Además la harina preparada de poca estabilidad, ofrecía gran tendencia al enranciamiento y descomposición.

17.- Ante estos resultados, se pensó en estudiar desde el punto de vista técnico-científico y en forma más profunda, todos y cada uno de los factores que tienen influencia en el proceso, a fín de poder establecer las condiciones óptimas de operación.

18.- Para este objetivo el Banco de México, S.A., en el año de 1946, inició una serie de estudios técnicos, con miras a resolver el problema. En un principio esta investigación fué dirigida hacia las diversas posibles soluciones: refrigeración y enlatado de la masa nixtamalizada, eliminación del germen de maíz para evitar el enranciamiento y descomposición de la masa, etc. Sin embargo, durante el curso de estas experiencias, se llegó a reconocer que resultaba más viable y adecuado el secado del maíz nixtamalizado; es decir, el nixtamal preparado mediante el procedimiento ya descrito, debía someterse a molienda y deshidratación. Desde luego, esta primera fase de la investigación no presentó modificaciones sustanciales a los procedimientos ya propuestos con anterioridad por varios investigadores, sino que por el contrario, vino a confirmarlos como adecuados, es decir, las operaciones básicas del proceso serían las mismas, sólo convendría modificar los medios y las condiciones en que debían efectuarse. Por lo tanto, era necesario determinar los principios fundamentales para lograr obtener una harina de maíz estable, con la cual se pudiesen preparar tortillas de características físicas y alimenti

cias idénticas o de ser posible mejores, que las elaboradas por la técnica rudimentaria de nuestros antepasados.

19.- La segunda etapa de la investigación, desarrollada por el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, consistió en determinar en el laboratorio, lo que llamaron "principios fundamentales" en cada una de las operaciones básicas del proceso, los que pueden sintetizarse en los siguientes puntos.

i) Relaciones óptimas de maíz, agua y cal para efectuar la maceración.

ii) Temperaturas y tiempos óptimos para efectuar la maceración.

iii) Número de lavados necesarios para eliminar el agua de cal, proporcionando el pH adecuado al nixtamal.

iv) Sistema de molienda y secado determinando la temperatura y tiempo óptimo en éste último.

20.- Una vez determinadas estas condiciones óptimas de operación, o sea conociendo cómo influyen en la estructura física y química las variaciones de los referidos "principios fundamentales", resultó conveniente la instalación de una pequeña planta piloto, para elaborar en élla harina de maíz nixtamalizado y poder efectuar las correcciones debidas recomendables, según las experiencias y pruebas hechas con el producto obtenido.

III. DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO.

21.- En el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, se instaló, después de los estudios y diseños previos, una planta piloto con capacidad para producir 7.5 toneladas diarias de harina de maíz nixtamalizado y cuyo funcionamiento comprendía las siguientes operaciones.

i) La limpieza del maíz, para eliminar las impurezas del grano, tanto para obtener un producto puro, como para protección del equipo, ya que normalmente el maíz viene acompañado de objetos minerales y metálicos abrasivos.

ii) La maceración del maíz, que se efectúa en recipientes de acero inoxidables, calentados por serpentines de vapor, en los cuales se carga el maíz, cal y agua en diversas proporciones, observándose que cuando la concentración de la cal es baja la nixtamalización se efectúa lentamente o en forma incompleta; por el contrario, con altas concentraciones de óxido de calcio, se produce gelatinización del producto, lo cual dificulta las operaciones posteriores. La concentración que se encontró más apropiada, resultó de 1% de cal en relación al peso del grano seco.
La relación óptima necesaria para efectuar la maceración, resultó ser de 1.7 a 1.8 partes de agua, por una parte de grano (en peso). Esta relación también resulta importante, ya que una mayor proporción, evita la correcta maceración por no ser aprovechada íntegramente la cal, y una cantidad menor de agua resulta insuficiente para cubrir totalmente el grano, con lo que se provoca una maceración incompleta.

El control de la temperatura y tiempo de maceración, son dos factores interrelacionados que también tienen gran importancia en la eficiencia de la maceración. Pueden variarse inversamente en un gran número de alternativas; sin embargo, la relación más práctica y conveniente, tanto desde el punto de vista económico como técnico, resultó de una temperatura entre 80 y 85°C y un tiempo de 45 a 50 minutos.

Sin embargo debe hacerse notar, que estas condiciones no resultan invariables, puesto que dependen principalmente del tipo de maíz procesado.

iii) El lavado del nixtamal obtenido, tiene como finalidad eliminar impurezas del maíz que son desprendidas del grano en la operación anterior, separar granos de maíz en mal estado y el agua de cal remanente, para que el pH resultante sea 7 o ligeramente alcalino.

iv) La molienda del nixtamal, tiene gran importancia en la calidad de la harina, ya que influye en la consistencia y características físicas de las tortillas elaboradas con ésta. Se probaron diversos tipos de molinos que produjeran diferentes grados de molienda, habiéndose seleccionado como los más adecuados, técnica y económicamente, los molinos de martillos flotantes.

v) Para el deshidratado de la masa, se emplea un secador instantáneo con el fin de evitar la fermentación y descomposición de la masa, así como la posible destrucción de sus valores nutritivos. Esta operación se efectúa mediante gases calientes a una temperatura no mayor de 450°C, los cuales tienen un tiempo de contacto menor de dos segundos, con lo que la temperatura de los sólidos no sobrepasa los 60°C y el porcentaje de humedad de la harina, resulta de 12%.

22.- Ante los resultados favorables obtenidos en esta planta piloto y habiéndose efectuado los necesarios estudios económicos, en los que se analizaron los aspectos mercado, costos y financiamiento, se vio la conveniencia de establecer una planta de tamaño industrial.

IV. DISEÑO DE LA PLANTA INDUSTRIAL.

23.- La planta industrial proyectada se localizó en la población de Tlalnepantla, enclavada en el Estado de México, tomando en consideración que este lugar es el punto de afluencia del maíz procedente de todo el país; asimismo está próximo al principal centro consumidor y además cuenta con todos los factores propicios para el buen funcionamiento de la fábrica.

24.- La capacidad de producción proyectada fué de 300 toneladas diarias y el procedimiento de fabricación determinado, previas las modificaciones y resoluciones con respecto a la técnica aplicada en la planta piloto, se detalla a continuación.

i) La materia prima fundamental, el maíz en grano, se recibe a granel en carros de ferrocarril o en camiones, los cuales descargan su contenido en un almacén de donde mediante un elevador de cangilones, se transporta el grano a un sistema de limpieza, donde se separa del maíz, el polvo, el tamo (cáscara celulósica que une el grano al olote), pedazos de olote, tierra, piedras y objetos metálicos que en conjunto llegan a representar hasta un 4% de la carga. El maíz limpio se transporta mediante elevadores de cangilones a los silos de almacenamiento.

ii) Otro transportador lleva el maíz limpio a una báscula automática, que controla las entradas de grano a las tinas de distribución, las que a su vez se encargan de alimentar las ollas de maceración. La preparación del nixtamal se efectúa en ollas de acero inoxidable, con doble fondo perforado que permite la circulación de agua caliente y la sustitución de ésta por agua limpia y fría, para efectuar los lavados correspondientes. La mezcla de los ingredientes para la maceración se prepara en la proporción de 100:180:1; es decir, por cada 100 Kgs. de maíz limpio, 180 Lts. de agua y 1 Kg. de cal, iniciándose la operación con una temperatura de 92°C y terminándola a 75°C. Dentro de -

estas mismas ollas, se efectúa el lavado y escurrido de nixtamal, mediante adición de agua fría en dos etapas, con el objeto de eliminar las impurezas desprendidas durante la maceración y la cal excedente para que el producto final tenga un pH adecuado.

iii) El maíz macerado y lavado, se descarga en un transportador que alimenta a los molinos de martillos flotantes, de donde sale la masa de nixtamal con un 50% de humedad y a un grado de molienda adecuado. Esta masa se descarga en una tolva de alimentación múltiple, que a su vez la distribuye a un sistema de secadores instantáneos, en donde se efectúa el secado de la masa, reduciendo el contenido de humedad desde 50 hasta 10%. Acoplado a cada secador se encuentra un ciclón separador de sólidos, que recibe la descarga de los secadores y a su vez, vierte la harina pulverizada en un cernidor o clasificador rotatorio, el cual separa finos y gruesos. Los primeros constituyen la harina terminada y los segundos retornan para su remolido en un molino auxiliar, el cual les dá la finura necesária para ser finalmente mezclados en la tolva alimentadora de las máquinas envasadoras.

iv) La harina se envasa en sacos de papel con capacidad de 25 Kgs.- o en bolsas también de papel cuya capacidad es de 1 Kg.; esta operación la efectúan automáticamente las máquinas pesadoras-envasadoras. El producto envasado se almacena en una bodega de producto terminado, quedando en condiciones para su embarque.

25.- Mediante estudios realizados para localizar en diversos estados de la República plantas de este tipo, se ha llegado a recomendar capacidades de producción de 25 a 50 toneladas diarias.

V. RESULTADOS.

La importancia del maíz en la alimentación del pueblo mexicano, se pone de manifiesto desde tiempos remotos hasta nuestros días, mediante la presencia de la tortilla en las tres habituales comidas diarias.

La elaboración de la tortilla primitiva y rudimentaria, representaba una pesada jornada de trabajo en cada hogar mexicano.

Las primeras mecanizaciones para preparar la masa de maíz nixtamalizado, mediante molinos accionados por motores, no resolvieron en forma absoluta el problema nacional en toda su amplitud.

Durante más de cuarenta años del presente siglo, diversos investigadores mexicanos se propusieron estudiar y desarrollar un procedimiento industrial por medios empíricos, para fabricar harina de maíz nixtamalizado, propia para hacer las tortillas; pero no fué sino hasta que se estudiaron los diversos factores que influyen en el proceso y se determinaron con precisión las condiciones tecnológicas de operación, cuando se logró preparar una harina estable y con la cual fuese posible elaborar tortillas de características adecuadas y aceptables.

La instalación preliminar de una planta piloto, en la cual se experimentó concienzudamente cada una de las operaciones del proceso, dio origen al diseño y construcción de una planta industrial para producir harina de maíz nixtamalizado que pudiese ser empleada en cualquier lugar del país para la preparación de las clásicas tortillas.

1321 S - Nov.1962 - 600